

5. Sehen: Sensorik und Motorik

Vorbemerkung:

Hier im Skript wird eine kurze Übersicht zu den Versuchen zusammen mit **Protokollieraufgaben** und weiteren Aufgaben **ZUM ÜBERLEGEN** zu jedem Versuch gegeben. Diese Aufgaben sollen im Experimentalteil des Praktikums möglichst vollständig ausgeführt werden. Sie dienen der Vorbereitung auf die Nachbesprechung und Prüfung. Protokolle sollen zur Nachbesprechung mitgebracht werden, insbesondere auch Ausdrucke von den Praktikumscomputern. Jede der im Praktikum gebildeten Untergruppen soll die über die Praktikumscomputer ausgedruckten Protokolle der Untergruppe in mindestens einem Exemplar zur Nachbesprechung mitbringen.

Die eigentliche Anleitung zur Durchführung der Versuche, einschließlich Bedienungsanleitung von Geräten, liegt an jedem Versuchsplatz aus und wird auf Moodle/dem Campusportal und der angegebenen Webseite zugänglich gemacht.

Unter dem jeweils angegebenen link findet sich ebenfalls eine zusammenfassende theoretische Erörterung der im Praktikum untersuchten Phänomene einschließlich ihrer physiologisch-neurobiologischen Grundlagen und ihrer medizinischen Bedeutung sowie eine detailliertere Darstellung der Lernziele.

Aufgabenbereiche:	Seite
5.1 Perimetrie	117
5.2 Vestibulär ausgelöste Augenbewegungen	118
5.3 Retinal ausgelöste Augenbewegungen	121
5.4 Farbsehen	123
5.5 Beidäugiges konjugiertes Sehen	127

Datum des Praktikums:

Dozent/in:

(Revision des Skriptes 10.2019 durch Prof. Michael Meyer, auf der Grundlage sehr früher Vorarbeiten von Prof. Norbert Dieringer, und dem input von vielen studentischen Teilnehmer/innen, Co-Assistentinnen/en und Lehrenden.)

(A) Zu den Aufgaben mit Teilaufgaben

5.1. Gesichtsfeld/Perimetrie

Es soll die Messung statischer und kinetischer Gesichtsfelder geübt und die unterschiedlichen Methoden sowie deren physiologisch-neurobiologischen Grundlagen und medizinische Bedeutung verstanden werden.

Teil 1: Kinetische Perimetrie mit 2 Isopteren

Verstanden werden soll auch, dass es sich um ein subjektives Messverfahren handelt und welche Implikationen diese Tatsache für den klinischen Alltag hat.

Teil 2: Statische Perimetrie im 35 Grad Gesichtsfeld (bspw. für Glaukomuntersuchung)

Teil 3: Perimetrische Ausmessung des Blinden Flecks

Diese manuelle kinetischen Perimetrie soll als Methode zur detaillierten Untersuchung und Abgrenzung lokalisierter Skotome verstanden werden.

5.2 Vestibulär ausgelöste Augenbewegungen - Horizontaler vestibulookulärer Reflex (hVOR)

Drehstuhlbasierende und kalorische Verfahren zur Testung des vestibulookulären Systems sollen geübt, ihre physiologisch-neurobiologischen Grundlagen und ihre medizinische Bedeutung verstanden werden.

Teil 1: Mechanischer Drehstuhl mit Elektrookulographie (EOG)

Neben der Untersuchung vestibulookulärer Funktionen soll der Umgang mit dem EOG geübt werden.

Teil 2: Automatischer Drehstuhl mit Videonystagmographie

Die Antwort auf präzise standardisierte Reizung des vestibulookulären Systems soll mittels der Videonystagmographie aufgezeichnet und diese Aufzeichnungen interpretiert werden.

Teil 3: Kalorischer Nystagmus

Mit diesem Versuch lässt sich das vestibuläre System einseitig aktivieren oder deaktivieren.

5.3 Retinal ausgelöste Augenbewegungen

Hier sollen Sakkaden (Zufallssakkaden), die Zielfolge (Glatte Blickfolge), der optokinetische Nystagmus, die Augenbewegungen beim Lesen von Texten sowie willkürliche Augenbewegungen mittels der Videonystagmographie untersucht, aufgezeichnet und Unterschiede hinsichtlich ihrer physiologisch-neurobiologischer Grundlagen und medizinischer Interpretation verstanden werden.

5.4 Farbsehen

Farbsehen entlang der Rot-Grünachse soll mit einer qualitativen und einer quantitativen subjektiven Methode untersucht, die physiologisch-neurobiologischen Grundlagen und ihre medizinische Anwendung verstanden werden.

Teil 1: Farbsehtafeln nach Ishihara

Teil 2: Anomaloskop nach Nagel

5.5 Beidäugiges Sehen unabhängig von der beidäugigen Fixation - Lee Screen

Konjugierte Augenbewegungen/-einstellung sollen am Lee Screen untersucht und die Ergebnisse interpretiert werden können. Der Begriff des latenten Schielens soll vom Begriff des manifesten Schielens abgegrenzt werden können.

(B) Protokollieraufgaben und weitere Aufgaben

5.1 Perimetrie: *Jeweils nur eine Versuchsperson für jeden der drei Teilversuche (es können auch 3 verschiedene Personen sein), jeweils nur ein Auge. Zu jedem der drei Teilversuche soll das PC Protokoll (am besten als ‚Bildschirmausdruck‘) mindestens einmal pro Untergruppe gedruckt werden.*

ZUM ÜBERLEGEN

(A) Benennen Sie wesentliche Unterschiede zwischen statischer und kinetischer Perimetrie.

(B) Mit welcher der beiden o.g. Methoden lassen sich begrenzte Ausfälle im Gesichtsfeld leichter nachweisen?

(C) Wo könnten die Ursachen für eine heteronyme linksseitige Hemianopsie liegen? (Achtung: denken Sie über den Begriff zunächst nach!)

(D) Wo im Gesichtsfeld liegt der blinde Fleck? Wie groß ist er etwa?

Geben Sie den Durchschnitt und die Spannweite der größten Durchmesser der in Ihrer Gruppe gemessenen blinden Flecke in Winkelgrad an.

(E) Ist die Perimetrie eine objektive oder eine subjektive Messmethode?

(F) Wie versucht die Steuerung/Software des verwendeten Perimeters festzustellen, ob die Versuchsperson noch aufmerksam bei der Untersuchung mitmacht?

(G) Messungen von Reizantworten, können dadurch verfälscht werden, dass die Versuchsperson/der Patient im Verlaufe der Untersuchung Erwartungen zum Fortgang der Untersuchung entwickelt und dann auf diese, und nicht mehr auf die tatsächlichen Reize, reagiert.

Wie wird bei der Perimetrie versucht, dieses Problem zumindest zu erkennen?

(H) Welche Ergebnisse ergibt die Bestimmung des statischen Gesichtsfeldes bei (a) einer kortikal blinden, ansonsten gesunden Versuchsperson und (b) einer gesunden Versuchsperson mit Hemineglect?

Dazu:

Am-Platz-Anleitung:

<https://molphysio.web.med.uni-muenchen.de/downloads/am-platz.pdf>

Theorie und Anwendung:

<https://molphysio.web.med.uni-muenchen.de/downloads/Perimetrie.pdf>

5.2 Horizontaler vestibulookulärer Reflex (hVOR):

Teil 1: Mechanischer Drehstuhl

In der Regel nur für jeweils eine Versuchsperson durchführen. Am Ende dieses Teiles die Meßkurve mindestens einmal pro Untergruppe ausdrucken.

Tabelle 5.1 Mechanischer Drehstuhl

Richtung der Stuhldrehung (aus Sicht der Versuchsperson):

Dauer des postrotatorischen Nystagmus (sec)		
Dauer des subjektiven Drehgefühls nach dem Stop (sec)		
Richtung (aus Sicht der Versuchsperson) des subjektiven Drehgefühls nach dem Stop		

Dauer und Richtung des subjektiven Drehgefühls muessen durch Befragen der Versuchsperson festgestellt werden.

ZUM ÜBERLEGEN

- (A) Auf welcher Tatsache beruht und wie funktioniert die Elektrookulographie (EOG) ?
- (B) Könnten mittels EOG auch vertikale Augenbewegungen gemessen werden? Ggf. wie?
- (C) Wie würde sich die EOG Aufzeichnung ändern, wenn man die temporalen Elektroden vertauschen würde?
- (D) Ist der hVOR auch im Dunkeln oder bei geschlossenen Augen auslösbar?
- (E) Ist der hVOR eine Eigen- oder Fremdre reflex?
- (F) Meist lassen sich drei unterschiedliche Phasen in der Aufzeichnung erkennen: Beim Start der Drehung (Andrehung) sofort eine sägezahnähnliche Kurve, dann nach längerer Drehung eine Verminderung von Amplitude und Frequenz, und nach dem Bremsen/Stop der Drehung Richtungsumkehr und Zunahme von Amplitude und Frequenz. Ist das in Ihren Kurven sichtbar? Können Sie diese Phasen mittels einer einfachen physikalischen Modellvorstellung plausibel machen?

Dazu:

Am-Platz-Anleitung:

<https://molphysio.web.med.uni-muenchen.de/downloads/am-platz.pdf>

Theorie und Anwendung:

<https://molphysio.web.med.uni-muenchen.de/downloads/Vestib-AB.pdf>

5.2 Horizontaler vestibulookulärer Reflex (hVOR):

Teil 2: Automatischer Drehstuhl, Videonystagmographie

Die drei Versuchsteile sollen mit jeweils nur einer Versuchsperson durchgeführt werden. Es kann, muss aber nicht, dieselbe Versuchsperson sein. Das Protokoll soll mindestens einmal pro Untergruppe am Ende des dritten (kalorischen) Teiles (s.u.) ausgedruckt werden.

ZUM ÜBERLEGEN

(A) Erklären Sie das Funktionsprinzip der Videonystagmographie. Nennen Sie Vor- und Nachteile im Vergleich zur Elektrookulographie.

(B) Welche der beiden Methoden zur Aufzeichnung von Augenbewegungen (EOG, Videonystagmographie) würden Sie für den Einsatz in Ihrem Schlaflabor anschaffen?

(C) Skizzieren Sie beim Pendelversuch die Amplitude und Richtung des Nystagmus in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit und Richtung der Drehung.

(D) Skizzieren Sie beim Trapezversuch die Amplitude und Richtung des Nystagmus in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit und Richtung der Drehung.

(E) Was wird unter gain der Augenbewegung beim Drehversuch verstanden?

(F) Der Trapezversuch am automatischen Drehstuhl ähnelt dem Versuch am mechanischen Drehstuhl. Die Kurven der Augenbewegung vom Trapezversuch am automatischen Drehstuhl zeigen zusätzlich häufig Augenbewegungen, die mit dem einfachen physikalischen Modell (Trägheit der Endolymphe) nicht direkt erklärbar sind. Ist dieses Phänomen in Ihrer Aufzeichnung sichtbar? Skizzieren oder beschreiben Sie es ggf..

Dazu:

Am-Platz-Anleitung:

<https://molphysio.web.med.uni-muenchen.de/downloads/am-platz.pdf>

Theorie und Anwendung:

<https://molphysio.web.med.uni-muenchen.de/downloads/Vestib-AB.pdf>

5.2 Horizontaler vestibulookulärer Reflex (hVOR):

Teil 3: Kalorischer Versuch

Nur mit einer Versuchsperson durchführen. Der/die Kursdozentin spiegelt vor der Spülung das Trommelfell und sagt, ob der Versuch durchgeführt werden kann. Nach diesem Versuchsteil soll für jede Untergruppe mindestens einmal das PC-Protokoll für alle Teilversuche am automatischen Drehstuhl ausgedruckt werden.

Tabelle 5.2 Kalorischer Versuch

Gespültes Ohr (links/rechts):

Dauer des kalorischen Nystagmus (sec)		
Dauer des subjektiven Drehgefühls (sec)		
Richtung des subjektiven Drehgefühls		

Dauer und Richtung des subjektiven Drehgefühls müssen durch Befragen der Versuchsperson festgestellt werden.

ZUM ÜBERLEGEN

(A) Ließ sich der kalorische Nystagmus durch Fixation unterdrücken? Beschreiben Sie ggf, woran diese Unterdrückung sichtbar wurde. Verwenden Sie dazu die Begriffe Amplitude, Frequenz und Geschwindigkeit der langsamen Komponente der Augenbewegung.

(B) Ist es physiologisch ‚sinnvoll‘, dass der Nystagmus sich durch Fixation unterbrechen läßt?

(C) In der klinischen Anwendung würde man den kalorischen Versuch immer im Seitenvergleich machen und in der Regel sowohl mit kaltem und dann auch mit warmen Wasser spülen. Wegen des Zeitaufwandes und der Belastung der Versuchsperson wird das im Praktikum nicht gemacht. In welche Richtung würde der Nystagmus bei Warmspülung am linken Ohr schlagen?

(D) Warum wird bei Tauchen in kaltem Wasser in der Regel kein Nystagmus sichtbar werden?

Dazu:

Am-Platz-Anleitung:

<https://molphysio.web.med.uni-muenchen.de/downloads/am-platz.pdf>

Theorie und Anwendung:

<https://molphysio.web.med.uni-muenchen.de/downloads/Vestib-AB.pdf>

5.3 Retinal ausgelöste Augenbewegungen

Diese Versuche sollen mit jeweils nur einer Versuchsperson durchgeführt werden. Idealerweise ist es für alle drei Teilversuche dieselbe Person. Nach dem letzten Teilversuch soll das PC- Protokoll mindestens einmal pro Untergruppe ausgedruckt werden.

ZUM ÜBERLEGEN

Sakkaden (Zufallssakkaden):

(A) Skizzieren Sie die registrierte Kurve der Augenbewegungen und notieren Sie drei Werte der Augengeschwindigkeit in den schnellen an- und/oder absteigenden Phasen der Sakkaden.

(B) Notieren Sie die in Ihrer Untergruppe gemessene Spannbreite der Geschwindigkeiten der in (A) gemessenen Geschwindigkeiten.

Zielfolge (Glatte Blickfolge):

(C) Skizzieren Sie die Bewegung des Fixationszieles zusammen mit der Augenbewegung.

(D) Untersuchen Sie Ihre Registration der Zielfolge auf das Vorkommen von Sakkaden. Skizzieren Sie eine Zielfolgebewegung mit einer Sakkade.

Optokinetischer Nystagmus:

(E) Notieren Sie hier den gain zu den verschiedenen Geschwindigkeiten des Musters. Wie verändert er sich mit zunehmender Geschwindigkeit des Musters? Wie ist gain definiert?

Lesen von Texten:

(F) Skizzieren Sie eine der Kurven und versuchen Sie, an der Skizze Sakkaden und Fixationsperioden zu unterscheiden.

(G) Können Sie Anteile der registrierten Kurven identifizieren, die auf wiederholtes Lesen derselben Textstelle deuten?

(H) Sehen Sie Unterschiede zwischen den Registrationen zu den verschiedenen Texten, die man bspw. mit dem Vorwissen, der Ausbildung, des Lesenden in Verbindung bringen könnte? Beschreiben Sie diese bitte ggf.

Willkürliche Augenbewegungen:

(I) Skizzieren Sie die Augenbewegungen zusammen mit der Aufzeichnung der zu Beginn gezeigten Bewegung des vorgestellten Fixationszieles.

(J) Wie würden Sie die Augenbewegung in (I) klassifizieren: eher als Zielfolge/glatte Blickfolge, als Sakkaden, Fixationsperioden, andere?

Dazu:

Am-Platz-Anleitung:

<https://molphysio.web.med.uni-muenchen.de/downloads/am-platz.pdf>

Theorie und Anwendung:

<https://molphysio.web.med.uni-muenchen.de/downloads/Retinale-AB.pdf>

5.4 Farbsehen

Teil 1: Farbsehtafeln nach Ishihara

Tabelle 5.3 **Ishihara-Farbsehtafeln**

Bitte die eigenen Daten im eigenen Skript dokumentieren (lassen)

Tafel Nr.	erkannte Zahl (falls keine Zahl erkannt, bitte Schrägstrich '/' einsetzen)	ggf. weitere Beobachtungen
1		
2		
(3 auslassen)	Tafel auslassen	Tafel auslassen
4		
(5-7 auslassen)	Tafeln auslassen	Tafeln auslassen
8		
(9 auslassen)	Tafel auslassen	Tafel auslassen
10		
(11-13 auslassen)	Tafeln auslassen	Tafeln auslassen
14		
(15-18 auslassen)	Tafeln auslassen	Tafeln auslassen
19		

(erwartete Antworten, s. unten auf der nächsten Seite)

ZUM ÜBERLEGEN

(A) In den Ishihara Farbtafeln gibt es vier Typen von Farbtafeln mit Zahlen. Einmal solche, bei denen das Erkennen bei Farbfehlsichtigkeiten nicht beeinträchtigt ist. Dann die, welche von Farbfehlsichtigen in der Regel nicht erkannt werden. Weiter solche, wo Farbfehlsichtige eine andere Zahl erkennen als Normalfarbsichtige. Und viertens Tafeln, die von Farbtüchtigen (normal farbsehenden Personen) nicht erkannt werden, von Farbfehlsichtigen meist aber schon.

Können Sie einzelne der benutzten Tafeln einem der 4 Typen zuordnen?

Typ 1: Tafel # _____

Typ 2: Tafel # _____

Typ 3: Tafel # _____

Typ 4: Tafel # _____

(B) Wie würden Sie einem Laien erklären, nach welchem Prinzip die Farbsehtafeln funktionieren?

Verwenden und erklären Sie dabei den Begriff der Verwechslungsgeraden.

(C) Erklären Sie, warum diese Tafeln auch als pseudoisochromatisch bezeichnet werden.

Dazu:

Am-Platz-Anleitung:

<https://molphysio.web.med.uni-muenchen.de/downloads/am-platz.pdf>

Theorie und Anwendung:

<https://molphysio.web.med.uni-muenchen.de/downloads/Ishihara-Theorie.pdf>

(Auflösung zu Ishihara (in Klammern, das was Rot-Grün Fehlsichtige häufig angeben): 12 (12), 8 (3), 29 (70), 15 (17), 2 (/), 5 (/), / (2))

5.4 Farbsehen

Teil 2: Anomaloskop nach Nagel

Tabelle 5.4 Anomaloskop

Übertragen Sie Ihre eigenen Messwerte für Mischlicht (M) und Vergleichslicht (V) in die folgende Tabelle im jeweils eigenen Protokoll, übertragen Sie ebenfalls den am PC angezeigten AQ und ggf. Text, der als Beurteilung angezeigt wird.
Berechnen Sie Ihre absolute Einstellbreite.

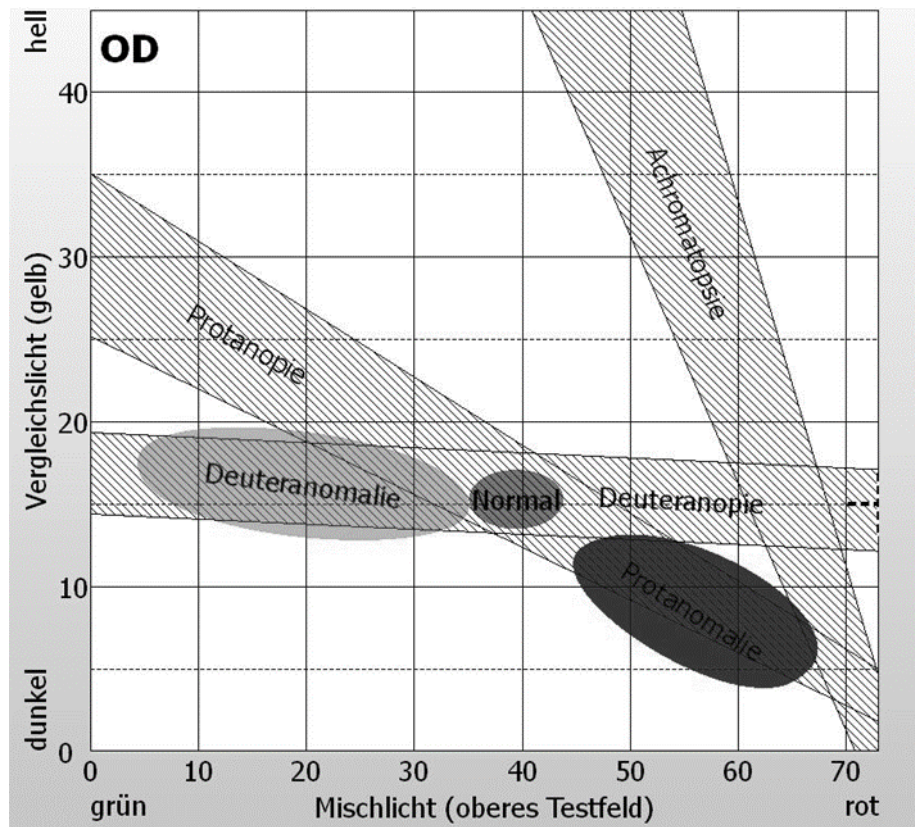
Bitte die eigenen Daten im eigenen Skript dokumentieren (lassen)

	Ausgangswerte für M und V	Einstellungen bei Farbgleichheit		Anomalquotient	ggf. Bemerkungen
		M	V		
1.	M00.0, V15.0				
2.	M73.0, V15.0				
Beurteilung:					
absolute Einstellbreite:					

M = Mischlicht; V = Vergleichslicht, AQ = Anomalquotient

Protokoll Anomaloskop

Übertragen Sie Ihre eigenen Messungen von Mischlicht und Vergleichslicht in folgendes Koordinatensystem (Pitt-Diagramm genannt)



ZUM ÜBERLEGEN

(A) Können Sie einem Laien erklären, nach welchem Prinzip die Messung am Anomaloskop funktioniert? Verwenden Sie dabei die Begriffe additive Farbmischung und Metamerie.

(B) Wieso wird am Anomaloskop zwischenzeitlich ein Adaptations-/Neutralstimmungslicht präsentiert?

(C) Wie ist die absolute Einstellbreite definiert?

(D) Geben Sie den Mittelwert und die Spannbreite der absoluten Einstellbreite Ihrer Untergruppe an.

(E) Welche Person kann Rot-Grün Töne besser unterscheiden: die mit der kleineren oder die mit der größeren Einstellbreite?

(F) Woran liegt es am ehesten, wenn bei der Messung an einem Anomaloskop normale Farbsichtigkeit festgestellt wird, bei der Messung an einem zweiten Gerät kurz danach aber Farbfehlsichtigkeit?

Dazu:

Am-Platz-Anleitung:

<https://molphysio.web.med.uni-muenchen.de/downloads/am-platz.pdf>

Theorie und Anwendung:

<https://molphysio.web.med.uni-muenchen.de/downloads/Anomaloskop-Theorie.pdf>

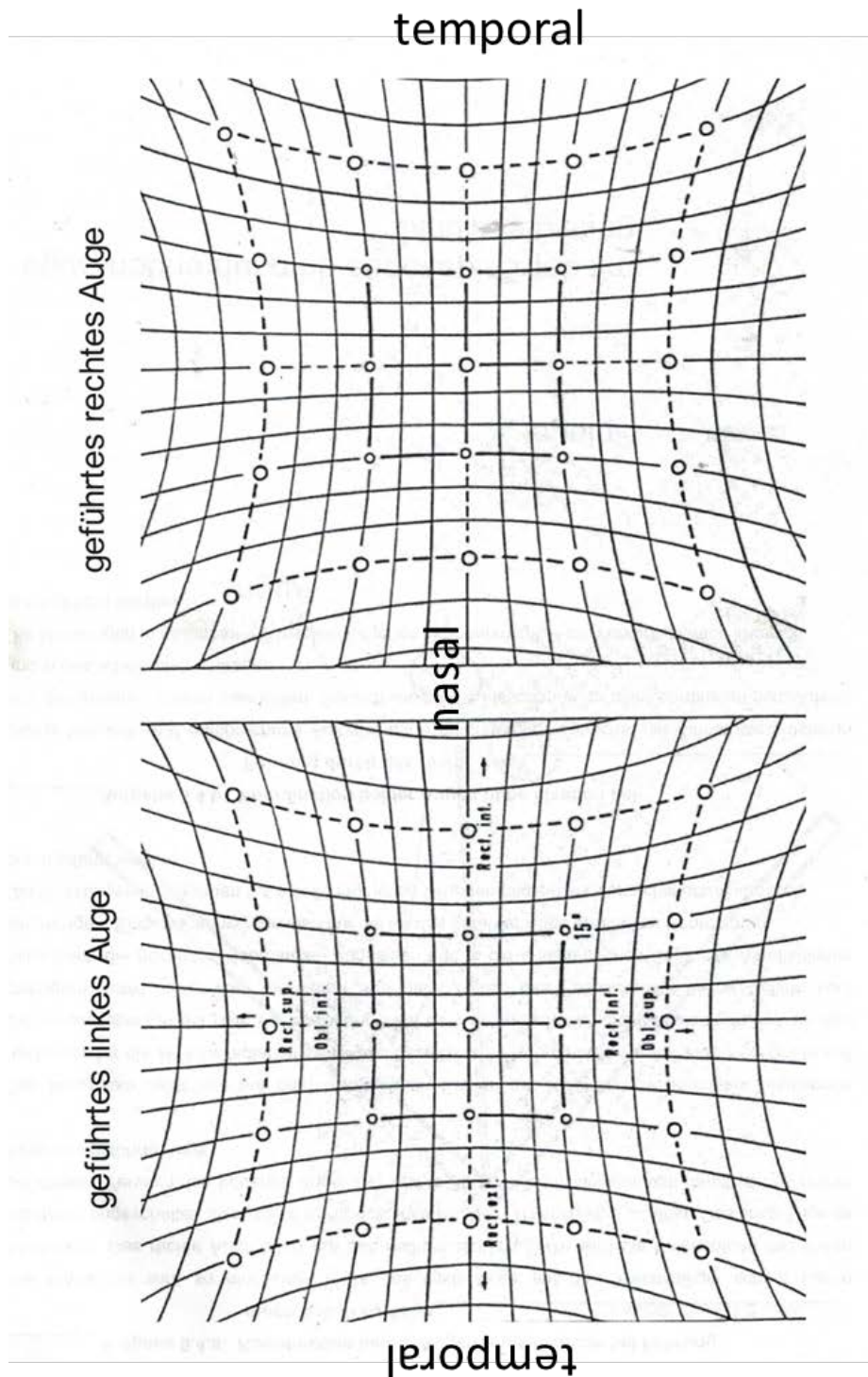
5.5 Beidäugiges Sehen unabhängig von der beidäugigen Fixation - Lee Screen

Diese Protokollblatt bitte so halten, dass die Schrift aufrecht steht und die Markierungen bitte seitenrichtig (temporal ist außen, nasal ist innen) eintragen. Das im Schema ‚geführtes‘ Auge genannte Auge ist jenes, welches auf den nicht beleuchteten Schirm schaut. Es werden beide Augen zu jeweils etwas 9 spiegelbildlichen Punkten für jede Person der Untegruppe gemessen.

Es werden die Daten einer Versuchsperson jeweils in das Skript dieser Versuchsperson eingetragen.

Protokoll Lee-Screen

Bitte die eigenen Daten im eigenen Skript dokumentieren lassen.



ZUM ÜBERLEGEN

(A) Latentes Schielen (auch Heterophorie) ist eine Störung des Gleichgewichtes der Augenmuskeln, welche grundsätzlich durch beidäugiges Sehen/beidäugiges Fixieren kompensiert werden kann. Sie macht in der Regel keine Beschwerden und ist nicht krankhaft.

Warum läßt sich Heterophorie mit dem Lee-Screen nachweisen?

(B) Laut der Literatur zeigen 60-70% aller Erwachsenen eine Heterophorie. Wie hoch ist dieser Prozentsatz in Ihrer Untergruppe?

(C) Vom latenten Schielen unterscheidet man das manifeste Schielen (Heteroporie; Schielen grundsätzlich auch bei beidäugigem Sehen/beidäugiger Fixation sichtbar). Dieses kann in Form des Lähmungsschielens auftreten, welchem eine Parese von Augenmuskeln zugrundliegt.

Warum kommt es beim Lähmungsschielen je nach Blickrichtung zu unterschiedlich großen Schielwinkeln (Winkel zwischen den Blickachsen beider Augen)?

(D) Es gibt gelegentlich Versuchspersonen, die angeben, sie könnten den Lee-Screen Versuch nicht durchführen, weil sie die Sonde im Spiegel und die auf der beleuchteten Fläche nicht gleichzeitig sehen können.

Woran könnte das ggf. liegen? Verwenden Sie bei der Erklärung den Begriff der Fusion.

(E) Welcher neuronale Mechanismus, welche neuronale Verschaltung, könnte dem in (A) genannten Ungleichgewicht der Augenmuskeln zugrundeliegen? Denken Sie für die Erklärung an anatomische Bahnen, welche wesentlich für konjugierte Augenbewegungen sind.

Dazu:

Am-Platz-Anleitung:

<https://molphysio.web.med.uni-muenchen.de/downloads/am-platz.pdf>

Theorie und Anwendung:

<https://molphysio.web.med.uni-muenchen.de/downloads/Lee-Theorie.pdf>